

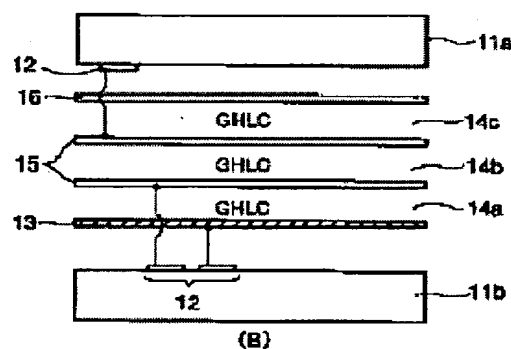
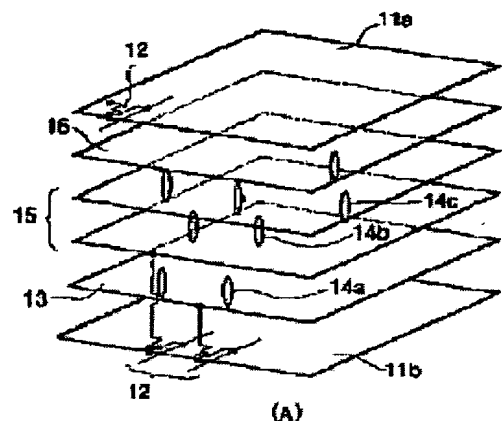
# LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

**Patent number:** JP9080464  
**Publication date:** 1997-03-28  
**Inventor:** KAMIURA NORIHIKO; SUGAWARA ATSUSHI  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
 - international: **G02F1/137; G02F1/1333; G02F1/1335; G02F1/1343; G02F1/1347; G02F1/13; (IPC1-7): G02F1/1347; G02F1/1335; G02F1/1343; G02F1/137**  
 - european:  
**Application number:** JP19950235637 19950913  
**Priority number(s):** JP19950235637 19950913

Report a data error here

## Abstract of JP9080464

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a reflection type liquid crystal display device which has high reflectivity and opening rate and with which good color display is executable. **SOLUTION:** This liquid crystal display device includes a pair of substrates 11a, 11b which are respectively formed with active elements for controlling the potential information applied on transparent electrodes and wirings and liquid crystal cells which are held between a pair of these substrates 11a, 11b and are repeatedly successively laminated with at least once liquid crystal layers 14a to 14c and transparent electrode layers 15 on a reflection plate 13. The liquid crystal layers 14a to 14c are composed of guest-host liquid crystals contg. dyestuff molecules and liquid crystal molecules. The respective transparent electrode layers 15 and the active elements are electrically connected.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[0039]

Next, a manufacturing method of a TFT alloy substrate shown in Fig. 4 will be explained. First, a silicon oxide film or a silicon nitride film is formed over a glass substrate to have a thickness of 1000 ~ 2000 angstrom, and a thin film or a stacked film  
5 formed of a metal such as molybdenum, tantalum, tungsten, titanium, aluminum, chromium, and copper, or an alloy thereof is further formed. A gate and a gate line of the TFT are formed by patterning of these thin films by a so-called photolithography, that is, a photoengraving process (PEP).

[0040]

10 Then, a silicon oxide film or a silicon nitride film is formed again thereover to have a thickness of 2000 ~ 4000 angstrom to form a gate insulating film. In this case, an i/a-Si:H layer having a thickness of 100 ~ 4000 angstrom is further formed thereover. A silicon oxide film or a silicon nitride film having a thickness of 1000 ~ 2000 angstrom may be formed thereover as an etching stopper layer and patterned by a PEP.

15 [0041]

Thereafter, an n<sup>+</sup>/a-Si:H layer having a thickness of 100 ~ 1000 angstrom is formed for contact of a source/drain of the TFT. The i/a-Si:H layer and n<sup>+</sup>/a-Si:H layer, which are each to be a channel of the TFT, are patterned by a PEP here.

[0042]

20 Then, a thin film or a stacked film formed of a metal such as aluminum, titanium, molybdenum, tantalum, tungsten, and chromium, or an alloy thereof is formed as a source/drain electrode and a signal line. The obtained film is patterned into a desired pattern by a PEP. Thereafter, the n<sup>+</sup>/a-Si:H layer between the source/drain of the TFT is removed to manufacture the TFT.

25 [0043]

Subsequently, as shown in FIG. 5(A), an insulating film 20 such as a silicon oxide film, a silicon nitride film, a polyimide film, a polycarbonate film, an acrylic based resin film, a fluorine based resin film, a polyester based resin film, an epoxy based resin film, and silicone based resin film is formed to have a thickness of 0.1~3  
30 μm over a TFT 12. Then, as shown in FIG. 5(B), a through hole 21 to contact with a

source or a drain of the TFT 12 is formed on a desired portion of the insulating film 20 by a PEP.

[0044]

Thereafter, as shown in FIG. 5(C), a copper plating pole 19 is grown in the  
5 through hole 21 by a plating process. Next, as shown in FIG. 5(D), the surface is  
planarized by a CMP (chemical mechanical polishing). Further, as shown in FIG. 5(E),  
a metal such as aluminum, chromium, molybdenum, or tungsten is deposited thereover  
with a thickness of 1000 ~ 4000 angstrom so as to form a reflector (pixel electrode) 13  
to be in contact with the copper plating pole 19. It is preferable that unevenness be  
10 provided over the surface of the reflector 13 to make the reflective characteristic of the  
reflective film 13 closer to perfect diffusion. As a method for providing unevenness,  
methods as below can be given: a method of making unevenness by a PEP, a press  
method like a embossing, a method of making a surface rough using a chemical agent,  
or a method of making a surface rough by rubbing with a file or the like, and the like.  
15 Alternatively, a powder having a perfect diffusion characteristic such as magnesium  
oxide, barium sulfide, or the like may be deposited over the reflector 13.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-80464

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G02F 1/1347		G02F 1/1347
1/1335	520	1/1335 520
1/1343		1/1343
1/137	500	1/137 500

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全10頁)

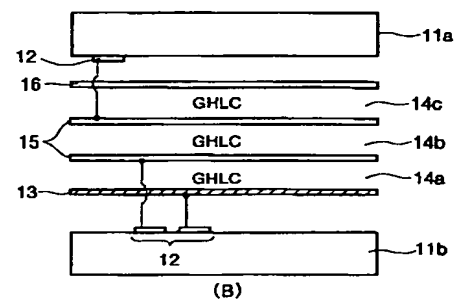
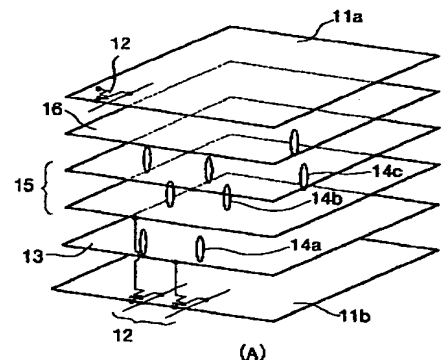
(21) 出願番号	特願平7-235637	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成7年(1995)9月13日	(72) 発明者	上浦 紀彦 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内
		(72) 発明者	菅原 淳 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内
		(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、反射率および開口率が大きく、しかも良好なカラー表示をすることができる反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 透明電極に与える電位情報を制御する能動素子および配線がそれぞれに形成された一対の基板と、前記一対の基板間に挟持されており、反射板上に液晶層および透明電極層が少なくとも1回繰り返して順次積層されてなる液晶セルとを具備し、前記液晶層は色素分子および液晶分子を含むゲストホスト液晶で構成されており、各透明電極層と前記能動素子とが電氣的に接続されていることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明電極に与える電位情報を制御する能動素子および配線がそれぞれに形成された一対の基板と、前記一対の基板間に挟持されており、反射板上に液晶層および透明電極層が少なくとも 1 回繰り返して順次積層されてなる液晶セルと、を具備し、前記液晶層は色素分子および液晶分子を含むゲストホスト液晶で構成されており、各前記透明電極層と前記能動素子とが電氣的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記液晶層は、前記ゲストホスト液晶を封じ込めてなるマイクロカプセルを含む薄膜から構成されており、前記透明電極層および前記薄膜を一単位として前記反射板上に複数単位積層されている請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記透明電極層および前記液晶層が前記反射板上にそれぞれ 3 層積層されており、各液晶層の色がそれぞれシアン、マゼンダ、およびイエローに対応する請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記透明電極層および前記液晶層が前記反射板上にそれぞれ 4 層積層されており、各フィルムの色がそれぞれシアン、マゼンダ、イエロー、およびブラックに対応する請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 各透明電極層と前記能動素子とがメッキ層により電氣的に接続されている請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記基板と前記反射板との間に一定電位のシールド電極が設けられている請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記反射板が電極である請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記電極が一定電位のシールド電極を兼ねる請求項 7 記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示装置、特に反射型液晶表示装置に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 パーソナルコンピューター、ワードプロセッサ、EWS (Engineering Work Station) 等の O A 用表示装置；電卓、電子ブック、電子手帳、P D A (Personal Digital Assistant) 用の表示装置；携帯テレビ、携帯電話、携帯 F A X 等の表示装置は、携帯性が重視されており、バッテリー駆動する必要があるため、消費電力が低いことが望ましい。従来、薄型の表示装置としては、液晶表示装置 (L C D)、プラズマディスプレイ、フラット C R T 等が知られている。このうち、低消費電力の要求に対しては液晶表示装置が最も適しており、実用化されている。

【 0 0 0 3 】 液晶表示装置のうち、表示面を直接見るタ

イプを直視型という。直視型液晶表示装置には、背面に蛍光ランプ等の光源を組み込む透過型と、周囲の光を利用する反射型とがある。このうち、透過型液晶表示装置はバックライトが必要であり、低消費電力化には不向きである。これは、バックライトの消費電力が 1 W 以上であり、バッテリー駆動で 2 ～ 3 時間しか使用できないからである。したがって、携帯性を有する情報機器のディスプレイとしては、反射型液晶表示装置が最も普及している。

10 【 0 0 0 4 】 反射型液晶表示装置においては、背面のガラス基板に、表面が梨地状の反射板、偏光板、およびアルミニウム箔からなる反射板が積層されて貼着されている。このような反射型液晶表示装置は、非発光であるので消費電力が小さい。しかしながら、従来の反射型液晶表示装置は、明るいペーパーホワイトな表示はできず、これにより必然的に鮮やかなカラー表示もできない。このことは、透過型液晶表示装置に匹敵する画質の反射型液晶表示装置を開発する上で大きな技術課題になっている。

20 【 0 0 0 5 】 反射型液晶表示装置には、E C B (Electrically Controlled Birefringence) 方式、G H (Guest Host) 方式、T N (Twisted Nematic) 方式等がある。E C B 方式や T N 方式を用いる場合には偏光板が必要である。偏光板は光透過率が 4 0 % 程度であるので、偏光板を使用すると光利用効率が悪くなる。

【 0 0 0 6 】 反射型液晶表示装置の場合、その明るさは反射率で評価される。この反射率は、通常拡散反射光を積分球で積分することにより測定され、液晶表示装置に入射した光に対して反射した光の割合 (%) で表わされる。例えば、新聞紙の反射率は 6 0 % 程度、上質紙の反射率は 8 0 % 程度、酸化マグネシウムや硫酸バリウム等の粉体の反射率は 9 9 % 以上である。上記のように、E C B 方式や T N 方式を用いる場合には偏光板を使用するので、4 0 % 以上の反射率は望めない。したがって、ペーパーホワイト表示と呼べる 6 0 % 以上の反射率は得られず、カラー表示の性能上で問題となる。

【 0 0 0 7 】 そこで、光利用効率の観点から偏光板を必要としないゲストホスト方式がもっとも有望である。ゲストホスト方式でカラー表示させる場合には、シアン、マゼンダ、イエローの色素をそれぞれ含む 3 つの G H セルを積層する構造を採る必要がある。一般に、反射型液晶表示装置で色再現範囲の広いカラー表示を実現するためには、このような積層構造がもっとも好ましい。図 1 0 ( A ) に示すような R G B 並列配置や、図 1 0 ( B ) に示すようなシアン・マゼンダ・イエロー並列配置では、全面に同一色を表示することができないので色再現範囲は必然的に狭くなる。

【 0 0 0 8 】 上記 3 層構造の G H セルでドットマトリックス表示をする場合、一画素単位で画像情報を伝える必要がある。一画素単位のマトリックス駆動の方法として

は、単純マトリクス駆動、アクティブマトリクス駆動がある。単純マトリクス駆動は、V-T（電圧-透過率）特性において急峻性が必要であるので、色素が混合されていることにより液晶の含有率が少ないゲストホスト液晶の場合にはあまり適さない。アクティブマトリクス駆動には、例えばアクティブ素子がトランジスタである TFT方式がある。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 TFT方式の場合は、通常図11に示すように、TFT1と接続した信号線2および走査線3が必要であり、しかもこれらの信号線2、走査線3は非表示領域であり、画素電極との間にある程度の間隔が必要である。また、これらの非表示領域を隠すためにブラックマトリクスが必要であり、このブラックマトリクスは、画素電極との位置ずれを考慮して画素電極とオーバーラップするように形成される。このため、TFT方式では、通常有効な表示領域が狭くなる、すなわち開口率が小さくなる。その結果、光利用効率が低くなり、反射輝度が低下してしまい、画面が暗くなる。

【0010】 TFT方式の場合は、図12に示すように、4枚のガラス基板4を重ねて3層構造のGHセルを作製した場合、ガラス基板4の厚さ（通常0.3mm以上）のために有効視覚が狭くなる。さらに、図12に示す構造の場合、画素電極5および対向電極6として用いる透明電極は合計で6つある。したがって、入射した光が反射板（電極）7で反射してGHセルから出射するまでに、透明電極を合計12回通過しなければならず、その間に光が減衰してしまい、反射率が低下する。そこで、できるだけ透明電極の数を減らしたいという要求がある。

【0011】 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、反射率および開口率が大きく、しかも良好なカラー表示をすることができる反射型液晶表示装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明は、透明電極に与える電位情報を制御する能動素子および配線がそれぞれに形成された一对の基板と、前記一对の基板間に挟持されており、反射板上に液晶層および透明電極層が少なくとも1回繰り返して順次積層されてなる液晶セルとを具備し、前記液晶層は色素分子および液晶分子を含むゲストホスト液晶で構成されており、各透明電極層と前記能動素子とが電氣的に接続されていることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0013】 本発明の液晶表示装置において、液晶層は、ゲストホスト液晶を封じ込めてなるマイクロカプセルを含む薄膜から構成されており、透明電極層および薄膜を一単位として反射板上に複数単位積層されていることが好ましい。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】 本発明の液晶表示装置は、透明電極に与える電位情報を制御する能動素子および配線がそれぞれに形成された一对の基板と、前記一对の基板間に挟持されており、反射板上に液晶層および透明電極層が少なくとも1回繰り返して順次積層されてなる液晶セルとを具備し、前記液晶層は色素分子および液晶分子を含むゲストホスト液晶で構成されており、各透明電極層と前記能動素子とが電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0015】 この液晶表示装置は、液晶層および透明電極層を形成した2つの基板を貼り合わせることににより、一对の基板間にゲストホスト液晶セルが挟持された構成を有する。このため、基板1枚当たりの層形成工程が少なくなるとともに、基板1枚当たりの歩留りが向上する。また、非表示領域である能動素子および配線領域が液晶セル領域に存在しないことになり、開口率を高くすることができる。

【0016】 また、従来では、透明電極の数が（画素電極+対向電極）×液晶層の数（例えば、液晶層が3層の場合、透明電極は6つ）だけ必要であったが、液晶セル領域において透明電極に数を画素電極×液晶層の数（例えば、液晶層が3層の場合、透明電極は3つ）にすることができ、従来よりも透過率を向上させることができる。

【0017】 また、液晶材料を封じ込めてなるマイクロカプセルを含む薄膜で液晶層を構成することにより、液晶層間にガラス基板を使用する必要がなくなり、有効視野角を広くすることができる。

【0018】 さらに、本発明の液晶表示装置によれば、ゲストホスト液晶を使用しているので、偏光板が必要なく光利用効率が高く、しかも反射率を高くすることができる。また、液晶層を積層する構造であるので、色再現範囲が広く、良好なカラー表示を行うことができる。

【0019】 本発明の液晶表示装置において、液晶セルは、液晶層および透明電極層を少なくとも1回繰り返して順次積層してなるものをいう。この場合、液晶セルは、透明電極層を有する複数のガラス基板間にそれぞれ液晶材料を注入して構成してもよく、液晶層および透明電極層を交互に形成して構成してもよい。

【0020】 液晶層および透明電極層を交互に形成して液晶セルを構成する場合、液晶材料を封じ込めたマイクロカプセルを溶媒に混ぜてペーストとし、このペーストを塗布し、溶媒を揮発させて前記マイクロカプセルを含む薄膜を形成する。その上にITO（Indium Tin Oxide）、酸化スズ等の透明導電材料をスパッタリング法または印刷法により被着し、これをパターニングして透明電極層を形成する。この操作を繰り返して透明電極層および薄膜を一単位とした複数単位の液晶セルとする。なお、マイクロカプセルの直径は、セルギャップ以下に設

定する必要がある。使用できるマイクロカプセル化技術としては、界面重合法、in-situ重合法、液中硬化被覆法、水溶液系からの相分離法、有機溶媒系からの相分離法、融解分散冷却法、気中懸濁法、スプレードライイング法等があり、用途、形態等に応じて適宜選択することができる。また、マイクロカプセル剤（膜材）としては、ポリスチレン、スチレンジビニルベンゼン共重合体、ポリメタクリル酸メチル、ポリアクリロニトリル、ポリブタジエン、ポリイソブレン、ポリ四フッ化エチレン等の付加重合ポリマー；ナイロン66等のポリアミド類、ポリイミド類、ポリウレタン類、ポリエステル類、ポリエーテルイミド類等の重縮合ポリマー；アラビアゴム、ゼラチン、天然ゴム、セルロース等の天然ポリマー等を用いることができる。マイクロカプセルの膜材は、3次元架橋した耐熱性を有するものが望ましい。マイクロカプセル化の際に必要とするバインダーとしては、特に限定はないが、製膜前には適当な溶媒に可溶であり、マイクロカプセルを安定に分散させる働きが必要である。また、バインダーポリマーは、製膜後に加熱等により架橋、不溶化するものが望ましい。また、薄膜（液晶層）の厚さは5～15 $\mu\text{m}$ であることが好ましい。これは、薄膜の厚さが5 $\mu\text{m}$ 未満であると十分な色濃度が得られず、薄膜の厚さが15 $\mu\text{m}$ を超えると印加電圧が大きくなり、能動素子で駆動できなくなるからである。

【0021】このような構成にすることにより、液晶材料を注入する必要がなくなり、ガラス基板を使用する必要がなくなる。このため、液晶表示装置自体の厚さを薄くできると共に、有効視野角を広くすることができる。また、液晶層および透明電極層を薄膜形成するので、各層のパターニングが容易となり、スルーホール部分をパターニングで形成することができるので、基板上に形成されている能動素子と各透明電極層との間の電氣的接続を容易に行うことができる。

【0022】本発明の液晶表示装置において、透明電極層および液晶層が反射板上にそれぞれ3層積層されており、各液晶層の色がそれぞれシアン、マゼンダ、およびイエローに対応することが好ましい。この構成によれば、カラー表示を行うことができる。また、透明電極層および液晶層が反射板上にそれぞれ4層積層されており、各フィルムの色がそれぞれシアン、マゼンダ、イエロー、およびブラックに対応することが好ましい。このようにブラックの液晶層を設けることにより、色付きのない黒、すなわち引き締まった黒の表示を出すことができる。

【0023】本発明の液晶表示装置においては、各透明電極層と能動素子とがメッキ層により電氣的に接続されていることが好ましい。また、基板と反射板との間に一定電位のシールド電極が設けられていることが好ましい。シールド電極を設けることにより、信号線と画素との電氣的カップリングによるノイズを防止でき、また走

査線あるいは能動素子と画素とのカップリングによるノイズも防止できる。また、反射板を電極として用い、この電極がシールド電極を兼ねるようにしてもよい。このようにすることにより、電極の枚数を1枚減らすことができ、製造工程を減らすことができる。

【0024】本発明の液晶表示装置において、基板材料としては、ガラス基板等を用いることができるが、基板と液晶セルとの間に反射板が配置される構成のため、基板は透明である必要はないので、シリコンやセラミックス等からなる基板を用いてもよい。また、反射板材料としては、導電性を有する場合には、アルミニウム、クロムを用いることができ、絶縁性を有する場合には、酸化マグネシウム、硫酸バリウム等を用いることができる。ゲスト色素分子としては、ゲストホスト型液晶表示装置において使用されているイエロー色素、マゼンダ色素、シアン色素等の染料を用いることができる。

【0025】また、ホスト液晶の液晶としては、例えば誘電異方性が正である液晶化合物および液晶化合物の混合物を用いることができる。なお、誘電異方性が負である公知の液晶化合物であっても、誘電異方性が正である液晶化合物と混合して、全体として誘電異方性を正として用いることができる。また、誘電異方性が負の液晶化合物でも、適当な素子構成および駆動方式を用いることにより、そのまま使用することができる。

【0026】また、能動素子とは、TFT（薄膜トランジスタ）、MIM（メタル-インシュレーター-メタル）等を意味し、配線とは、信号線（データ線）、走査線（アドレス線）等を意味する。

【0027】以下、本発明の実施例を図面を参照して具体的に説明する。

（実施例1）図1（A）は、本発明の液晶表示装置の一実施例を示す概略図であり、図1（B）は、図1（A）に示す液晶表示装置の断面図である。図中11bはガラス基板を示す。ガラス基板11b上には、複数のTFT12が形成されている。ガラス基板11上には、絶縁膜を介してアルミニウムからなる反射板13が配置されている。この反射板13は画素電極を構成している。さらに、反射板13上にイエロー液晶層14a、透明電極層（画素電極）15、マゼンダ液晶層14b、透明電極層（画素電極）15、シアン液晶層14cが順次積層されている。この液晶層14a～14cは、それぞれの色（イエロー、マゼンダ、シアン）の色素分子を含むゲストホスト液晶を封じ込めたマイクロカプセルを含むペーストを印刷し、ペースト中の溶媒を揮発させることにより形成する。また、透明電極層15は、透明導電材料をスパッタリングし、フォトリソグラフィーおよびエッチングによりパターニングすることにより形成する。なお、液晶層14a～14cの積層の順序はいずれの場合でもよい。

【0028】さらに、シアン液晶層14c上には、TFT

TFT12が形成され、さらに透明の対向電極16を有するガラス基板11aが配置されている。なお、各TFT12と、反射板13または透明電極層15とは電氣的に接続されている。このようにして、TFT12が形成されたガラス基板11a、11bの間に液晶層14a~14cおよび透明電極層15が挟持された液晶表示装置が構成されている。

【0029】この液晶表示装置は、ガラス基板11b上にTFT12を形成し、その上に絶縁膜を介して反射板13を形成し、さらにその上にイエロー液晶層14a、透明電極層(画素電極)15を順次形成して第1の基板を作製し、次に、ガラス基板11a上にTFT12を形成し、その上に絶縁膜を介して共通電極(画素電極)16を形成し、さらにその上にシアン液晶層14c、透明電極層(画素電極)15を順次形成して第2の基板を作製し、最後に第1の基板と第2の基板を透明電極層15同士が対向するようにし、マゼンダ液晶層14bを介して貼り合わせることににより得られる。なお、液晶層を介して貼り合わせる方法としては、液晶マイクロカプセルフィルムをあらかじめ用意しておき、これを用いて2つの基板を貼り合わせる方法、あらかじめ2つの基板をスペーサを介して貼り合わせた後で液晶材料を注入する方法等の方法を挙げることができる。このように、液晶層を介して第1の基板および第2の基板を貼り合わせることににより、工程を簡略化することができ、しかも歩留りを向上させることができる。

【0030】上記構成を有する液晶表示装置は、各液晶層14a~14cおよび透明電極層15には、非表示領域である能動素子および配線等が存在しないので開口率が広く、しかも透明電極層を薄膜で形成しておりガラス基板を使用していないので光利用効率が高い。

【0031】この液晶表示装置でカラー表示を行う場合、各液晶層をそれぞれ挟持する4つの電極に印加する電圧は、演算回路であらかじめ決めておく。例えば、「白」を表示するときは、図2(A)に示すように電圧を印加する。図中GはGNDを意味し、ある基準となる電位である。VはGNDに対する電位であり、前述のV-T特性において、Tを高い状態にある程度飽和させることができる電位である。なお、電圧印加を二通り示してあるのは、液晶層に交流波形を加える必要があるからである。ゲストホスト液晶の場合、「白」を表示するときは、光を透過させる都合上、液晶分子と色素分子をできるだけ電極面に対して垂直方向に立てる必要があるもので、図2(A)に示すように電圧をに印加する。

【0032】これに対して、「黒」を表示するときは、光を吸収させるために、液晶分子と色素分子をできるだけ全方位に向ける必要がある。本発明の液晶表示装置においては、無電界状態で液晶分子の向きが全方位に分散するように液晶分子を配向させておく。したがって、「黒」を表示するときは、図2(E)に示すように電圧

を印加する。

【0033】また、原色系の「赤」を表示させるときは、図2(B)に示すように、マゼンダ液晶層14bとイエロー液晶層14aで光を吸収させ、シアン液晶層14cで光を透過させる。「緑」を表示させるときは、図2(C)に示すように、シアン液晶層14cとイエロー液晶層14aで光を吸収させ、マゼンダ液晶層14bで光を透過させる。「青」を表示させるときは、図2

(D)に示すように、シアン液晶層14cとマゼンダ液晶層14bで光を吸収させ、イエロー液晶層14aで光を透過させる。

【0034】また、補色系の「シアン」を表示させるときは、図2(F)に示すように、シアン液晶層14cで光を吸収させ、マゼンダ液晶層14bとイエロー液晶層14aで光を透過させる。「マゼンダ」を表示させるときは、図2(G)に示すように、マゼンダ液晶層14bで光を吸収させ、シアン液晶層14cとイエロー液晶層14aで光を透過させる。「イエロー」を表示させるときは、図2(H)に示すように、イエロー液晶層14aで光を吸収させ、シアン液晶層14cとマゼンダ液晶層14bで光を透過させる。

【0035】このようにして基本となる8色のカラー表示を行うことができる。この場合、各電極にかかる電位はVとGでよい。一方、中間調表示を行う場合、いわゆるフレームレイトコントロール(FRC)を用いたり、複数画素を使ったディザ方式、すなわち面積階調方式を用いてもよい。また、透過率を電圧で制御して階調を表示してもよい。すなわち、図3(A)に示すように電圧を印加すると、シアン液晶層14cでは透過状態となり、マゼンダ液晶層14bとイエロー液晶層14aでは半透過状態となる。このようなきピンク色の表示をすることができる。また、薄シアンを表示するときは、図3(B)に示すように電圧を印加する。このような中間調表示の場合、各電極に印加する電位の範囲を $-V \sim G \sim +V$ とする必要がある。

【0036】次に、本発明の液晶表示装置の具体的構造について説明する。図4は本発明の液晶表示装置の一画素に対応する領域を示す斜視分解図である。ガラス基板11a、11b上に1本の走査線18が形成されており、ガラス基板11bの走査線18上に間隔をおいて2つのTFT12が形成され、ガラス基板11aの走査線18上に1つのTFT12が形成されている。これは、一画素内にシアン、マゼンダ、イエローの3つ液晶容量があるからである。さらに、それぞれのTFT12と接触するようにして走査線18と直交する方向に信号線17が形成されている。それぞれのTFT12には、厚さ方向に銅メッキ柱19が形成されており、銅メッキ柱19により反射板13または透明電極層15とTFT12とが電氣的に接続されている。この場合、各信号線17に送られた情報は、TFT12を介して、さらに銅メッ



キ柱19を經由して反射板(画素電極)13や透明電極(画素電極)15に送られる。

【0037】なお、反射板13とTFTとの接続については、銅メッキ柱19を用いず、直接反射板13の材料で接続してもよい。これは、最下層(または最上層)の反射板13または透明電極層16が他の透明電極層15よりも相対的にTFT12と近接しているため、この層形成の際に接続層が形成できるからである。他の透明電極層15については、スルーホール内で接続層が充分形成されず、段切れを起こすので、銅メッキ柱19で接続

を取ることが望ましい。さらに、工程の簡略化のため、反射板13の下に絶縁膜を省略して、直接TFT12上に反射板13を形成して接続してもよい。

【0038】図4においては、蓄積容量(Cs)を示していない、実際には一画素の液晶容量と並列にCsが接続されている。すなわち、Cs用共通配線が各走査線18と並列に配置されており、各画素単位でCs用共通配線、信号線18、および「ある金属電極」の間でCsが形成されている。この「ある金属電極」は、スルーホールを經由して画素電極と接続されている。一画素に対して3つの液晶容量があるので、Csも一画素に対して3つ設ける必要がある。

【0039】次に、図4に示すTFTアレイ基板の製造方法について説明する。まず、ガラス基板上に厚さ1000~2000オングストロームのシリコン酸化膜またはシリコン窒化膜を形成し、さらに、モリブデン、タンタル、タングステン、チタン、アルミニウム、クロム、銅等の金属あるいはそれらの合金からなる薄膜、またはそれらの積層膜を形成する。これらの薄膜を、いわゆるフォトリソグラフィ、すなわちフォトエンブレイブメントプロセス(PEP)でパターンニングし、TFTのゲートおよびゲート線を形成する。

【0040】次いで、この上に再び厚さ2000~4000オングストロームのシリコン酸化膜あるいはシリコン窒化膜を形成して、これをゲート絶縁膜とする。この場合、さらに、この上に厚さ100~4000オングストロームの $i/a-Si:H$ 層を形成する。この上にエッチングストッパー層として厚さ1000~2000オングストロームのシリコン酸化膜あるいはシリコン窒化膜を形成してPEPによりパターンニングしておいてもよい。

【0041】その後、TFTのソース・ドレインのコンタクト用に厚さ100~1000オングストロームの $n^+/a-Si:H$ 層を形成する。ここで、TFTのチャネルとなる前記 $i/a-Si:H$ 層と $n^+/a-Si:H$ 層とをPEPによってパターンニングする。

【0042】次いで、ソース・ドレイン電極および信号線として、アルミニウム、チタン、モリブデン、タンタル、タングステン、クロム等の金属あるいは合金からなる薄膜、またはそれらの積層膜を形成する。これをPE

Pで所望のパターンにパターンニングする。その後、TFTのソース・ドレイン間の $n^+/a-Si:H$ 層を取り除いてTFTを作製する。

【0043】次いで、図5の(A)に示すように、TFT12上にシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、ポリイミド膜、ポリカーボネート膜、アクリル系樹脂膜、フッ素系樹脂膜、ポリエステル系樹脂膜、エポキシ系樹脂膜、シリコン系樹脂膜等の絶縁膜20を厚さ0.1~3 $\mu m$ で形成する。次いで、図5(B)に示すように、この絶縁膜20の所望の箇所に前記TFT12のソースまたはドレインにコンタクトをとるためのスルーホール21をPEPにより形成する。

【0044】その後、図5(C)に示すように、メッキプロセスによってこのスルーホール21内に銅メッキ柱19を成長させる。次いで、図5(D)に示すように、CMP(ケミカル・メカニカル・ポリッシング)により表面を平坦化する。さらに、図5(E)に示すように、この上に、銅メッキ柱19と接触するように、アルミニウム、クロム、モリブデン、タングステン等の金属を厚さ1000~4000オングストロームで堆積させて、反射板(画素電極)13を形成する。この反射電極の反射特性を完全拡散に近づけるため、この反射板13の表面に凹凸を設けることが好ましい。凹凸を設ける方法としては、PEPで凹凸をつける方法、エンボス加工のようなプレス法、薬品によって表面を粗らす方法、またはヤスリ等でこすって表面を粗らす方法等が挙げられる。あるいは、完全拡散特性を有する酸化マグネシウムや硫化バリウム等の粉体を反射板13上に堆積させてもよい。

【0045】次いで、図5(F)に示すように、この上に色素分子を含むゲストホスト液晶の入ったマイクロカプセルを含むペーストを塗布する。その後、このペースト内の溶媒等を揮発させ、マイクロカプセルを硬化させて厚さ5~15 $\mu m$ のイエロー液晶層14aを形成する。次いで、イエロー液晶層14aにPEPによりスルーホールを形成し、前記ソースまたはドレインと接続している銅メッキ柱19を成長させる。

【0046】次いで、図5(G)に示すように、CMPにより表面を平坦化し、厚さ100~1000オングストロームの透明電極層(画素電極)15を形成してパターンニングする。このようにして、第1の基板を形成する。

【0047】次いで、図6(A)~(G)に示すようにして、第2の基板を形成する。すなわち、TFT12を形成したガラス基板11a上に絶縁膜を形成し、これにスルーホールを形成して、その中に銅メッキ柱19を形成して平坦化し、その上に共通電極16(透明の対向電極)を形成して、銅メッキ柱19が露出するようにパターンニングする。さらに、その上にシアン液晶層14cを形成して、シアン液晶層14cにスルーホールを形成し

て銅メッキ柱 1 9 を成長させ、その上に透明電極層 1 5 を形成する。

【0048】その後、第 1 の基板と第 2 の基板をマゼンタ液晶層 1 4 b を介して貼り合わせることに、図 7 に示すような本発明の液晶表示装置を作製する。このように作製された液晶表示装置は、液晶層間に介在させていたガラス基板を省略することができ、また、透明電極の数も減少させることができる。これにより、有効視野と反射率の低下を防止することができる。

【0049】さらに、この液晶表示装置においては、1 枚のガラス基板上に液晶層を積層するのではなく、2 枚のガラス基板にそれぞれ液晶層を形成し、両者を貼り合わせて多層構造を実現しているため、液晶層形成や銅メッキ柱成長の数を少なくすることができ（工程数減少）、ガラス基板 1 枚当たりの歩留りを向上させることができる。この製造方法は、液晶層の数が多くなればなるほど効果的である。

【0050】なお、本実施例では、シアン・マゼンダ・イエローの 3 層構造について説明したが、これに、黒色不透明のブラック液晶層を加えた 4 層構造にしてもよい。この構成にすることにより、より鮮やかな黒色表示をすることができる。

（実施例 2）図 8 は本発明の液晶表示装置の他の実施例を示す概略図である。この液晶表示装置は、反射板（画素電極）1 3 の下方（ガラス基板 1 1 側）に一定電位のシールド電極 2 2 を設け、画素電極 1 3 と信号線・ゲート線・TFT との容量性カップリングを低減させた構造を有するものである。なお、このシールド電極 2 2 と画素電極 1 3、1 5 との間に Cs 容量 2 3 を設けてもよい。この場合、共通電極 1 6 は、シールド電極の役割を果たしている。

【0051】また、このシールド電極 2 2 を設けることにより、その下方に各種の電気回路を設けることができる。シールド電極 2 2 が存在することにより、画素電極と電気回路との間の容量性カップリング等を防ぐことができる。

（実施例 3）図 9 は本発明の液晶表示装置の他の実施例を示す概略図である。この液晶表示装置は、反射板（画素電極）1 3 を一定電位のシールド電極 2 2 で作製した構造を有するものである。この液晶表示装置も実施例 2 の液晶表示装置と同様に、画素電極と信号線・ゲート線・TFT との容量性カップリングを低減させることができる。なお、このシールド電極 2 2 と画素電極 1 5 との間で Cs 容量 2 3 を設けてもよい。この場合も、共通電極 1 6 は、シールド電極の役割を果たしている。

【0052】また、このシールド電極 2 2 を設けることにより、その下方に各種の電気回路を設けることができる。これはシールド電極 2 2 が存在することにより、画素電極と電気回路との間の容量性カップリング等を防ぐことができる。

（実施例 4）反射板（画素電極）1 3 またはシールド電極 2 2 を透明導電材料で形成して透明電極とし、ガラス基板 1 1 の外側に拡散板を配置した構造を有する液晶表示装置を作製した。このような構造にすることにより、製造工程を簡略化することができる。例えば、拡散板が外付けであるので、拡散性を向上させるために反射電極の表面に凹凸をつける必要がなくなる。また、この拡散板の代わりにバックライトを配置することにより、このゲストホスト液晶セルを透過・反射兼用型にすることができる。この液晶表示装置を透過型液晶表示装置として使用する場合、従来のカラーフィルターを使用した透過型液晶表示装置と比べて（約 3 倍）だけ光利用効率が高かった。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように本発明の液晶表示装置は、透明電極に与える電位情報を制御する能動素子および配線がそれぞれに形成された一対の基板と、前記一対の基板間に挟持されており、反射板上に液晶層および透明電極層が少なくとも 1 回繰り返して順次積層される液晶セルとを具備し、前記液晶層は色素分子および液晶分子を含むゲストホスト液晶で構成されており、各透明電極層と前記能動素子とが電気的に接続されているので、透明電極層の数を減少させることができ、これにより、反射輝度の低下を防止し、画面を明るくすることができる。

【0054】また、本発明の液晶表示装置は、広い視野を得ることができ、開口率が大きく、しかも良好なカラー表示をすることができる。さらに、一対の基板を液晶層を介して貼り合わせることに、基板 1 枚当たりの液晶層の積層工程を減らすことができ、基板 1 枚当たりの歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】（A）は本発明の液晶表示装置の一実施例を示す概略図、（B）は（A）に示す液晶表示装置の断面図。

【図 2】（A）～（H）は本発明の液晶表示装置の電位構成図。

【図 3】（A）および（B）は本発明の液晶表示装置の電位構成図。

【図 4】本発明の液晶表示装置の一画素に対応する領域を示す斜視分解図。

【図 5】（A）～（G）は図 4 に示す液晶表示装置の製造工程の前半を示す断面図。

【図 6】（A）～（G）は図 4 に示す液晶表示装置の製造工程の後半を示す断面図。

【図 7】本発明の液晶表示装置の一画素に対応する領域を示す断面図。

【図 8】本発明の液晶表示装置の他の実施例を示す概略図。

【図 9】本発明の液晶表示装置の他の実施例を示す概略

図。

【図 10】 (A) および (B) は従来の並列配置型の液晶表示装置の概略図。

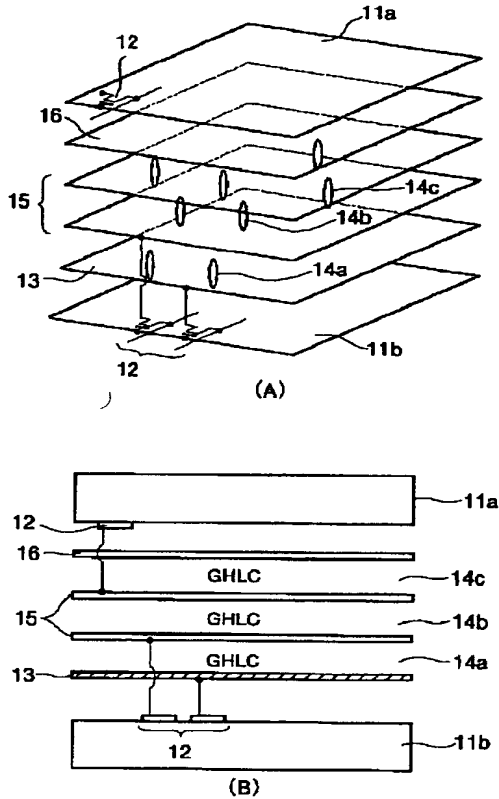
【図 11】 従来の液晶表示装置の表示領域の回路図。

【図 12】 従来の 3 層構造のゲストホスト液晶表示装置の概略図。

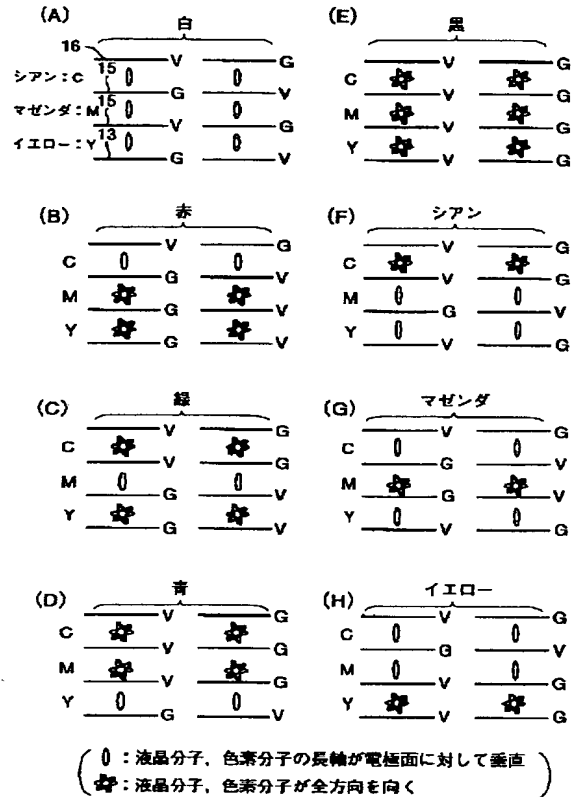
【符号の説明】

11a, 11b…ガラス基板、12…TFT、13…反射板(画素電極)、14a…イエロー液晶層、14b…マゼンダ液晶層、14c…シアン液晶層、15…透明電極層(画素電極)、16…対向電極、17…信号線、18…走査線、19…銅メッキ柱、20…絶縁膜、21…スルーホール、22…シールド電極、23…Cs 容量、24…ダミー導電パターン、25…導電層。

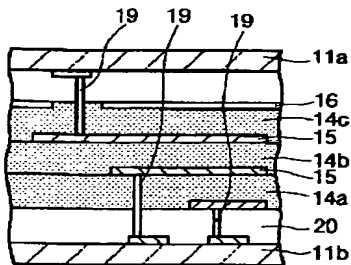
【図 1】



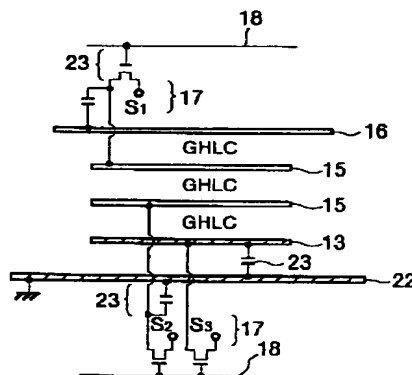
【図 2】



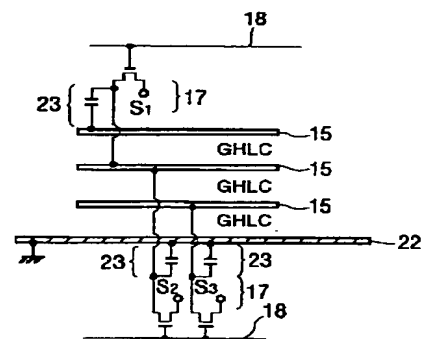
【図 7】



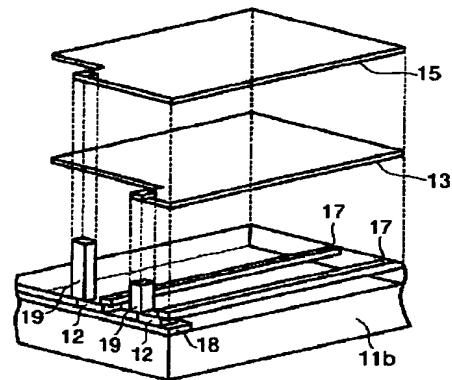
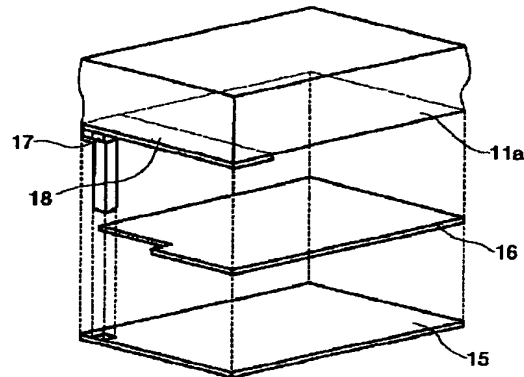
【図 8】



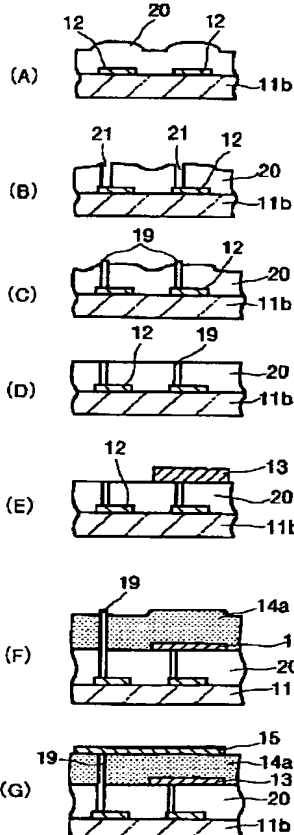
【図 9】



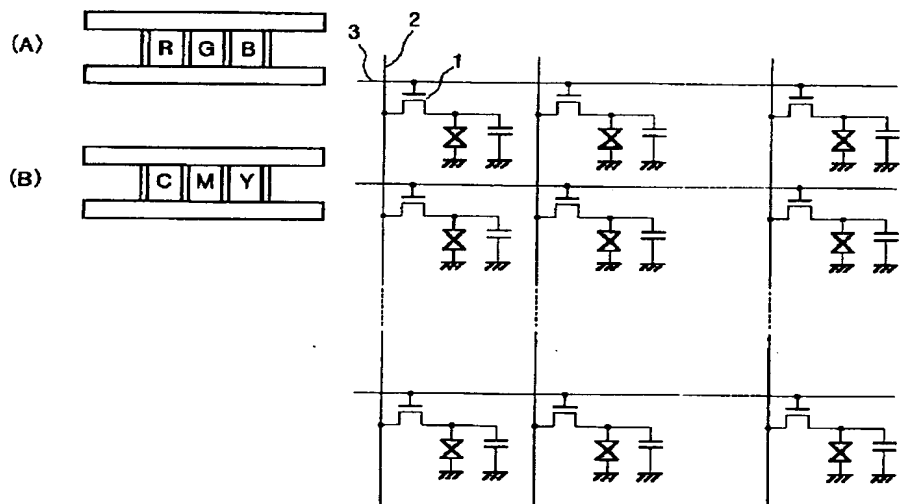
【図 4】



【图 5】

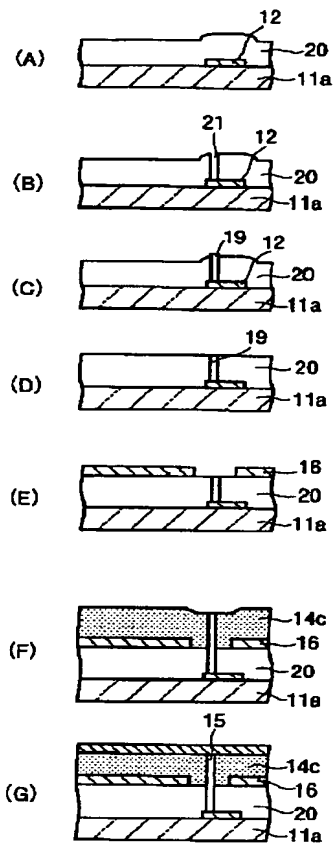


【図 1 1】



【図 6】

第2の基板



【図 12】

